

明 細 書

目画像撮像装置

5 技術分野

本発明は、目画像撮像装置、特に携帯端末装置に搭載可能な目画像撮像装置に関する。

背景技術

- 10 一般に虹彩認証は、近赤外線等で使用者の目およびその周辺部分を照明し、カメラを用いて目およびその周辺画像（以下、これらを目画像と総称する）を撮像し、得られた目画像から虹彩情報を抽出して、それをすでに登録されている虹彩情報データベースの虹彩情報と比較照合することにより個人認証を行うものである。このとき用いられる目画像撮像装置は、使用者の虹彩情報を正確に抽出する
- 15 ために目画像を精度良く撮像しなければならない。このため、顔全体の撮像画像から目の位置を検出し、その目をズームレンズ等によりズームアップして所望の大きさの目画像を撮像する自動焦点技術を利用した目画像撮像装置が提案されている。

- この自動焦点技術では、被写体に焦点が合って（以下、焦点が合うことを合焦と称する）輪郭線画像が鮮明に撮像されると画像信号中に高周波成分が多く含まれることを利用し、レンズ位置を変えながら画像信号中の高周波成分を積分し、その値が最大となるレンズ位置を探索するように制御している。そして、このレンズ位置を迅速に探索するために、高周波成分が増加する方向にレンズ位置を徐々に変化させていく、いわゆる山登り方式を採用するのが一般的である（たとえば、特開2000-131598号公報参照）。
- 20
- 25

一方、近年では携帯電話器等の携帯端末装置を用いた決済システム等の普及に伴い、本人認証の信頼性の高い虹彩認証機能をこれら携帯端末装置に搭載する試みがなされている。ところが、上述した目画像撮像装置は、レンズを動かすための駆動系を必要とし、また光学系そのものの小型、軽量化も難しいため、携帯電

話機等の携帯端末装置に自動焦点機構をもつ目画像撮像装置を搭載することはきわめて困難となっている。このようなことから、携帯端末装置用の目画像撮像装置としては、固定焦点レンズを用いた小型、軽量、安価なカメラを搭載し、画像信号中に含まれる高周波成分の大きさに合焦点を判定し、高周波成分の大きさが所定の閾値よりも大きくなるように撮像距離を誘導するという方法が現実的である。

しかしながら、虹彩の模様、まつげ、瞼等目の各部分の形は個人差が大きく、目画像信号に含まれる高周波成分の大きさも個人差が大きい。したがって、高周波成分の大きさが所定の閾値よりも大きくなるように撮像距離を誘導するという方法においては、使用者によっては合焦していない目画像を取り込む、あるいは逆に合焦の判定が得られず目画像が取り込めないといった、使用者の目の各部分の形状により安定な合焦判定が得られないという課題があった。

本発明は上記課題を解決するものであり、小型、軽量かつ安価な固定焦点レンズを用いて、使用者の目の各部分の形状にかかわらず安定した合焦判定を行うことができ、携帯端末装置への搭載が可能な目画像撮像装置を提供することを目的とする。

発明の開示

本発明の目画像撮像装置は、使用者の目画像を撮像する撮像部と、撮像部で撮像された目画像から合焦点を算出する合焦点算出部と、正規の使用者に特有の合焦閾値を設定する閾値設定部と、合焦点と合焦閾値とを比較して合焦の判定を行う合焦判定部とを備え、閾値設定部は正規の使用者の目画像にもとづいて合焦閾値を設定することを特徴とする。

図面の簡単な説明

図1は本発明の実施の形態1における目画像撮像装置の構成を示すブロック図である。

図2は異なる使用者に対する合焦点と撮像距離との関係を模式的に示した図である。

図 3 は本発明の実施の形態 1 における合焦閾値設定時の動作手順を示すフローチャートである。

図 4 は本発明の実施の形態 2 における目画像撮像装置の構成を示すブロック図である。

5 図 5 は撮像距離と撮像される画像の倍率、および虹彩径の関係を示す図である。

図 6 は本発明の実施の形態 3 における目画像撮像装置の構成を示すブロック図である。

図 7 は異なる使用者に対する虹彩径と合焦度との関係を模式的に示した図である。

10 図 8 は本発明の実施の形態 3 における虹彩認証時の画像撮像動作手順を示すフローチャートである。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の実施の形態の目画像撮像装置について、図面を用いて説明する。

15 (実施の形態 1)

図 1 は、本発明の実施の形態 1 における目画像撮像装置の構成を示すブロック図である。実施の形態 1 における目画像撮像装置 100 は、使用者の目画像を撮像する撮像部 120、目画像に含まれる高周波成分の大きさを合焦度として算出する合焦度算出部 130、正規の使用者に特有の合焦閾値を設定する閾値設定部 20 150、合焦度と合焦閾値とを比較して合焦の判定を行う合焦判定部 140、目画像取得に適した光量の近赤外線を照射し使用者の目およびその周辺部分を照明する照明部（図示せず）を備えている。

撮像部 120 は、レンズ 121、可視光カットフィルタ 122、撮像素子 123、画像信号処理部 124 および誘導ミラー 125 を有する。実施の形態 1 において、レンズ 121 として固定焦点レンズを用いることにより光学系の小型、軽量化と低コスト化を実現している。誘導ミラー 125 は使用者が自らの目を映すことにより目を正しい撮像位置へ誘導する。そして、使用者の目はレンズ 121 および可視光カットフィルタ 122 を通して撮像素子 123 で撮像される。画像信号処理部 124 は、撮像素子 123 の出力信号から画像信号成分を取り出し、

25

ゲイン調整等画像信号として必要な処理を行った上で、使用者の目画像信号として出力する。

合焦度算出部 130 は、フィルタ部 131 および積分部 132 を有する。フィルタ部 131 は、画像信号処理部 124 が出力した画像信号の中から、合焦判定
5 に適した所定周波数帯域をもつ高周波成分の信号を抽出し、抽出した高周波成分の信号を積分部 132 に出力する。積分部 132 は、フィルタ部 131 を通して得られた高周波成分の 2 乗の値または絶対値を 1 画面（1 フレーム）内の領域で積分し、目画像に含まれる高周波成分の大きさとして出力する。以下、積分部 132 から出力された、目画像に含まれる高周波成分の大きさを合焦度 F と称する。

10 合焦判定部 140 は、合焦度 F を、後述する方法であらかじめ決められた合焦閾値 F_{th} と比較して合焦の判定を行う。こうして、合焦判定部 140 の出力として得られた合焦判定出力と画像信号処理部 124 の出力である目画像出力は虹彩認証装置（図示せず）に入力され、合焦と判定された目画像信号を用いて虹彩認証が行われる。

15 閾値設定部 150 は、本発明の実施の形態 1 における目画像撮像装置 100 を搭載した携帯端末装置の正規の使用者、たとえば端末使用契約者や所有者に対して、以下のようにして合焦閾値 F_{th} を設定する。正規の使用者が虹彩情報を登録する際に、まず目画像撮像装置 100 と目との距離を変えながら目画像を撮像し、異なる撮像距離 X のそれぞれに対応する複数の目画像を得て、それぞれの目
20 画像について合焦度 F を求める。閾値設定部 150 はこうして得られた複数の合焦度 F の中から最大値 F_{max} を求め、この最大値 F_{max} に後述する所定の係数を乗じて合焦閾値 F_{th} とする。なお、譲渡等により正規の使用者が替わった場合には、新しい正規の使用者が虹彩認証装置に虹彩情報の再登録を行う際に、合焦閾値 F_{th} も再設定する必要がある。

25 ここで、合焦閾値 F_{th} を正規の使用者に応じて設定する理由は以下のとおりである。図 2 は、異なる使用者に対する撮像距離 X と合焦度 F との関係を模式的に示した図であり、A、B、C は異なる 3 名の使用者についての関係を示している。このように実施の形態 1 においてはレンズ 121 として固定焦点レンズを用いているため、合焦度 F が最大値となる撮像距離 X_f は固定焦点レンズの合焦距

離（ジャストフォーカスの距離）によって決まり、使用者にかかわらず共通となる。しかし、合焦度 F と撮像距離 X との関係には図2に示すように個人差が生じる。これは、各個人により虹彩の模様が異なるため目画像に含まれる高周波成分が各個人毎に異なるだけでなく、さらに虹彩以外の部分、たとえばまつげや瞼等

5 目の各部分の形もそれに影響を及ぼすからである。

したがって、目画像撮像装置毎にそれぞれの正規の使用者に対して合焦した目画像を取得するためには、それぞれの使用者特有の合焦度の最大値 F_{max} を求め、合焦度 F が F_{max} となる距離 X_f において撮像する必要がある。しかし、実使用においては合焦度 F が最大となる正にその距離 X_f で撮像して目画像を取り込むことは難しい。そこで、合焦度 F が最大とならない目画像であっても、実

10 使用上支障なく虹彩認証が行える範囲で焦点が合った目画像であれば、それを合焦しているとみなして認証を行うことが実用的である。

図2にはこの撮像距離 X の範囲を合焦範囲 X_w として示している。このとき、合焦閾値が図2の F_{th} で示した値に設定されていたとすると、使用者Aに対しては、合焦度 F が合焦閾値 F_{th} を超える目画像、すなわち合焦範囲 X_w にある目画像が認証可能となり合焦閾値として適切な値であるが、使用者Bに対しては認証不可能な目画像を認証可能な目画像として取り込む可能性がある。一方、使用者Cに対しては合焦判定が得られないことになる。このために、正規の使用者に対して最適な特有の合焦閾値 F_{th} を設定する必要がある。また、このよう

15

20 に合焦閾値 F_{th} を決めることにより、正規でない使用者（図2に示した使用者B、C）の認証率（他人受け入れ率）を下げる効果も得られる。

なお、図2に示したように使用者が異なっても、合焦度 F と撮像距離 X との関係はほぼ相似形を示すため、合焦度の最大値 F_{max} から一定の割合だけ小さな値までの範囲内の合焦度 F であれば撮像距離 X は合焦範囲 X_w 内としてよい。

25

したがって合焦閾値 F_{th} としては最大値 F_{max} に所定の係数を乗じて求めることができる。本実施の形態においてはこの係数として0.8、すなわち合焦度 F が F_{max} の80%以上であれば合焦範囲にある目画像とみなしている。ここで、最大値 F_{max} の乗じる係数を大きくすると、より焦点の合った良好な目画像が得られるようにはなるが、その反面、合焦範囲が狭くなるため合焦の判定結

果が得にくくなる。このように、係数の値は撮像部 120 の光学特性、あるいは接続される虹彩認証装置の特性、さらには虹彩認証装置の使用目的等に応じて適宜設定することが望ましい。

つぎに、合焦閾値 F_{th} を決める手順について説明する。図 3 は本発明の実施の形態 1 における合焦閾値設定時の動作手順を示すフローチャートである。

まず、合焦閾値設定を開始する旨のメッセージを出力する (S 11)。合焦閾値設定時には撮像距離の異なる複数枚の目画像が必要となるため、たとえば「腕を伸ばした位置からカメラをゆっくり目に近づけてください」といったメッセージを出力する。このメッセージは、たとえば携帯端末装置に付属の液晶表示パネル等の表示部を用いて表示してもよく、あるいは付属のスピーカを通じて音声で出力してもよい。

つぎに、使用者の目画像を撮像し (S 12)、取得した目画像に含まれる高周波成分の積分値、すなわち合焦度 F を求める (S 13)。そして合焦閾値設定に必要なデータが取得できたかどうか判定する (S 14)。合焦閾値設定に必要なデータが取得できるまで、ステップ S 12 からステップ S 14 までの一連の動作を繰り返すわけであるが、このとき合焦閾値設定に必要なデータとは、合焦範囲 X_w を内部に含み合焦範囲 X_w よりも広い撮像距離の範囲で撮像した複数の目画像の合焦度 F である。すなわち、カメラを遠方から徐々に近づけながら連続的に撮像する場合を例に述べるならば、最初は合焦度 F の低い目画像の取り込みから始まり、そののち徐々に合焦度 F が大きくなり、あるところで合焦度が最大値 F_{max} を示したのち、再び合焦度 F が小さくなるまでの複数の目画像それぞれについての合焦度 F のデータである。

上記複数の合焦度 F のデータの中から最大値 F_{max} を求め、それに所定の係数 (本実施の形態においては 0.8) を乗じて合焦閾値 F_{th} として設定する (S 15)。最後に、閾値設定が完了した旨のメッセージを画像もしくは音声で出力する (S 16)。このようにして、正規の使用者である正規の正規の使用者に対して、この正規の使用者特有の合焦閾値 F_{th} を設定することができる。

このように合焦閾値 F_{th} を正規の使用者に最適な特有の値に設定することにより、小型、軽量、かつ安価な固定焦点レンズを用いても確実に焦点の合った目

画像を取得することができる。

- 5 なお、合焦閾値 F_{th} を設定する他の方法として、合焦閾値設定時に、たとえば合焦距離の長さに切断された定規等を用いて、ジャストフォーカスとなる合焦距離 X_f に撮像距離を固定して目画像の取り込みができる場合についてはさらに簡単に合焦閾値設定ができる。このときの目画像に含まれる高周波成分は最大値 F_{max} を示しているから、この値に係数 (0.8) を乗じて合焦閾値 F_{th} と設定すればよい。

- 10 実施の形態 1 における目画像撮像装置 100 の、虹彩認証時における合焦判定の動作について以下に簡単に説明する。なお合焦閾値 F_{th} はすでに設定されているものとする。

- 15 まず目画像を取り込み、そこに含まれる高周波成分、すなわち合焦度 F を求める。そして、その値が合焦閾値 F_{th} 以上であれば焦点の合った目画像が得られたと判定し、合焦判定出力とともに目画像出力を虹彩認証装置に出力する。合焦度 F が合焦閾値 F_{th} に満たない場合は再度目画像取り込みを行う。このとき使用者に対して撮像距離 X を変更する旨のメッセージを出力してもよい。

(実施の形態 2)

- 20 図 4 は、本発明の実施の形態 2 における目画像撮像装置の構成を示すブロック図である。実施の形態 1 と同一のブロックについては同一の符号を付している。実施の形態 2 における目画像撮像装置が実施の形態 1 における目画像撮像装置と大きく異なるところは、目画像の合焦度 F ではなく目画像の虹彩径 R にもとづいて合焦判定を行うところである。実施の形態 2 における目画像撮像装置 200 は、撮像部 120、各々の目画像における虹彩径を算出する虹彩径算出部 230、正規の使用者特有の基準虹彩径を設定する基準径設定部 250、虹彩径と基準虹彩径とを比較して合焦の判定を行う合焦判定部 240 (実施の形態 1 における合焦判定部と区別するために、以下、第 2 の合焦判定部と称する) を備えている。

25 虹彩径算出部 230 は、瞳孔検出部 231、周回積分部 232、直径算出部 233 を有する。瞳孔検出部 231 は取得した目画像を 2 値化して低輝度領域を抽出し、その形状と大きさから瞳孔であることを判定し、その中心座標を求め瞳孔中心とする。周回積分部 232 は、瞳孔中心を中心として目画像を周回積分し、

直径算出部 233 は周回積分値の中から虹彩と白目部分の境界点を見つけ、虹彩径 R として出力する。

- 第 2 の合焦判定部 240 は、目画像から算出された虹彩径 R を、後述する方法であらかじめ決められた基準虹彩径 R_f と比較して合焦の判定を行う。そして認
 5 証に使用可能な目画像が得られなかった場合、虹彩径 R と基準虹彩径 R_f との大小関係に応じて、合焦度の高い目画像を得るために撮像距離を遠ざけるべきかあるいは近づけるべきかを判定する。

- 基準径設定部 250 は、本発明の実施の形態 2 における目画像撮像装置 200 を搭載した携帯端末装置の正規の使用者に対して、以下のようにして基準虹彩径
 10 R_f を設定する。まず、合焦距離を記入した物差し等を用いて、目画像撮像装置と目との距離をジャストフォーカスとなる合焦距離 X_f に固定する。そして、撮像部 120 により目画像を撮像し、虹彩径算出部 230 により虹彩径 R を算出する。基準径設定部 250 はこのときの虹彩径 R を基準虹彩径 R_f として設定する。

- 図 5 は撮像距離 X と撮像される画像の倍率 K 、および虹彩径 R の関係を示す図
 15 である。ここで、 K_f は撮像距離 X_f における画像の倍率、 K_s と K_i は合焦範囲 X_w における画像の倍率の上限値と下限値であり、 R_f は撮像距離 X_f における虹彩径、 R_s と R_i は合焦範囲 X_w における虹彩径の上限値と下限値である。一般に固定焦点レンズを用いた撮像部においては、撮像距離 X が大きい場合は倍率 K は小さく、逆に撮像距離 X が小さいと倍率 K は大きくなり、これらの関係は
 20 撮像部に用いる光学系によりあらかじめ決まっている。一方、虹彩径 R と倍率 K とは比例し、くわえて環境の変化等によって虹彩径 R が変化することはないため、合焦距離 X_f における虹彩径 R_f を知ることにより虹彩径 R を用いた合焦判定が可能となる。

- 実施の形態 2 においても実施の形態 1 と同様に、実使用において撮像距離がジャ
 25 ストフォーカスとなる正にその距離 X_f で撮像することは難しい。そこで実使用上支障なく虹彩認証が行える範囲で焦点が合っていれば合焦しているとみなして認証を行うことが実用的である。図 5 にはこの撮像距離の合焦範囲 X_w に対応する虹彩径の許容範囲を R_w として示している。

この場合においても許容範囲 R_w を広げすぎると、焦点の合わない目画像を取

り込むため認証が難しくなり、逆に狭めると、より焦点の合った良好な目画像が得られるが、合焦範囲も狭くなるため合焦判定が得にくくなる。このように、虹彩径の許容範囲 R_w は撮像部 120 の光学特性、あるいは接続される虹彩認証装置の特性、さらには虹彩認証装置の使用目的等に応じて適宜設定することが望ましい。

5 実施の形態 2 における目画像撮像装置 200 においては、目画像から虹彩径を算出するために合焦度を算出に比べて計算量が多くなる反面、取得した目画像が合焦範囲に入っていない場合、虹彩径が大きすぎるのか小さすぎるのかを知ることができるという利点がある。したがって、この場合、カメラを近づけるべきか遠ざけるべきかがわかり、使用者に対して適切な撮像距離に誘導するメッセージを与えることができる。

10 なお、図 5 に示したように、撮像距離 X と撮像される画像の倍率 K は撮像部に用いる光学系により決まる関係で一对一に対応しており、正規の使用者に限定すれば虹彩径 R と倍率 K も一对一に対応するため、既知の撮像距離における虹彩径、たとえば合焦距離 X_f における虹彩径 R_f を知ることにより、虹彩径 R の値から撮像距離 X を逆算することも可能である。

(実施の形態 3)

20 図 6 は、本発明の実施の形態 3 における目画像撮像装置の構成を示すブロック図である。実施の形態 1 および実施の形態 2 と同一のブロックについては同一の符号を付している。

25 実施の形態 3 における目画像撮像装置 300 は、撮像部 120、合焦度算出部 130、閾値設定部 150、合焦判定部（以下、第 1 の合焦判定部と称する）140、虹彩径算出部 230、第 2 の合焦判定部 241、および基準径設定部 251 を備えている。このように、実施の形態 3 における目画像撮像装置 300 の回路ブロックは実施の形態 1 における目画像撮像装置の回路ブロックと実施の形態 2 における目画像撮像装置の回路ブロックとを備えている。

基準径設定部 251 は、本発明の実施の形態 3 における目画像撮像装置 300 を搭載した携帯端末装置の正規の使用者に対して、以下のようにして基準虹彩径 R_f を設定する。まず撮像距離 X を変えながら目画像を撮像し、異なる撮像距離

Xのそれぞれに対応する複数の目画像を得て、それぞれの目画像について合焦度Fを求める。そして複数の目画像の中から合焦度Fが最大となる目画像を求め、この目画像の虹彩径Rを算出しその値を基準虹彩径 R_f とする。

5 このようにして基準虹彩径 R_f を設定できる理由は、実施の形態1において説明したように合焦度Fが最大値 F_{th} をとるときの撮像距離が合焦距離 X_f であり、また実施の形態2において説明したように合焦距離 X_f において撮像された目画像の虹彩径Rは基準虹彩径 R_f として設定できるからである。

図7は、異なる使用者に対する、虹彩径Rと合焦度Fとの関係を模式的に示した図であり、A、B、Cは図2に示した3名の使用者を示している。図2と異なるところは横軸を撮像距離Xではなく虹彩径Rとしているところである。合焦度Fが最大値 F_{max} を示すときの虹彩径 R_f が使用者毎に異なるのは各使用者の虹彩の大きさが異なるためであり、この例では、使用者Aの虹彩がもっとも大きく、使用者Cの虹彩がもっとも小さいことを示している。図7には正規の使用者である使用者Aに対する基準虹彩径 R_f と虹彩径の許容範囲 R_w （許容範囲の上
15 限値および下限値を R_s 、 R_i とする）、および合焦閾値 F_{th} を示している。

この場合も実施の形態1で説明したように、虹彩径の許容範囲 R_w あるいは合焦閾値 F_{th} を正規の使用者Aに対して最適に設定することにより、正規でない使用者（図7の使用者B、C）に対する認証率を下げる効果が得られる。

つぎに実施の形態3における目画像撮像装置300の、虹彩認証時における合
20 焦判定の動作について説明する。なお合焦閾値 F_{th} および基準虹彩径 R_f はすでに設定されているものとする。図8は本発明の実施の形態3における目画像撮像装置の、虹彩認証時における目画像撮像動作手順を示すフローチャートである。

まず、使用者の目画像を撮像し（S31）、取得した目画像の合焦度Fを求める（S32）。そして合焦閾値 F_{th} と比較し、取得した目画像が虹彩認証可能な合
25 焦画像であるか否かを判定する（S33）。合焦度Fが合焦閾値 F_{th} 以上の場合、認証可能な目画像が取得できたので、合焦判定結果とともに目画像信号を虹彩認証装置に出力する（S34）。合焦度Fが合焦閾値 F_{th} に満たない場合は、取得した目画像の虹彩径Rを求め（S35）、基準虹彩径 R_f と比較する（S36）。虹彩径Rが基準虹彩径 R_f よりも小さい場合には、カメラを目に近づける旨のメ

ッセージを出力したのち（S 3 7）ステップS 3 1に戻る。また、虹彩径Rが基準虹彩径R f よりも大きい場合には、カメラを目から遠ざける旨のメッセージを出力したのち（S 3 8）、ステップS 3 1に戻る。

- 5 このようにして、小型、軽量、安価な固定焦点レンズを用いても、虹彩認証の可能な目画像を撮像することができる。

なお、図8に示したフローチャートでは、ステップS 3 3において合焦度Fが合焦閾値F t hに満たない場合は、常にステップS 3 5へ進むものとしたが、ステップS 3 3からステップS 3 5へ進むのは何回かに1回だけとし、それ以外ではステップS 3 3からステップS 3 1に進むという処理を行ってもよい。

- 10 実施の形態3における目画像撮像装置300が、第1の合焦判定部140と第2の合焦判定部241との2つの判定部を備えた利点は以下のとおりである。第1の合焦判定部140の判定に必要な合焦度Fの計算は、高周波成分の抽出、積分といった比較的簡単な計算だけで実行できるため計算時間が早く、入力される画像信号に対してリアルタイムでの計算が可能である。しかし、目画像の撮像距離が合焦範囲に入っていない場合、カメラを近づけるべきか遠ざけるべきか、合焦度Fの値から知ることはできない。一方、第2の合焦判定部241の判定に必要な虹彩径Rの計算は、まず目画像の中から瞳孔中心を求め、続いて周回積分を行い、そこから虹彩径を割り出すため計算時間が長くなってしまう。その反面、撮像距離の推定ができるので、フォーカスの合った目画像を得るためには、カメラをどちらに動かせばよいか知ることができる。したがって、合焦度の判定は計算時間の早い第1の合焦判定部140で行い、合焦判定が得られない場合に第2の合焦判定部241の判定を行いカメラをどちらに動かせばよいかを使用者に知らせることで、短時間で合焦した目画像を得ることができる。
- 20

- 25 なお、上述の説明では、撮像距離の異なる複数の目画像の中から合焦度Fが最大となる目画像を求め、その目画像の虹彩径Rを基準虹彩径R f としたが、つぎのようにして、合焦閾値F t hと虹彩径の許容範囲の上限値R s、下限値R iとを決定してもよい。

正規の使用者が虹彩情報を登録する際に、まず、目画像撮像装置を目との距離を変えながら目画像を撮像し、それぞれの目画像に含まれる合焦度Fと虹彩径R

- を算出する。つぎに複数の目画像から求めた合焦度 F と虹彩径 R との関係を示す近似関数 $F = F(R)$ を求める。そして、 $F(R_1) = F(R_2)$ 、すなわち合焦度が等しくなる2つの虹彩径 R_1 、 R_2 の組の中から、虹彩径の比 R_2/R_1 が画像の倍率の比 K_i/K_s と等しくなるものを選び、そのときの虹彩径の値 R_1 、 R_2 を虹彩径の許容範囲の上限値 R_s 、および下限値 R_i と設定し、このときの合焦度 F を合焦閾値 F_{th} と設定する。

- ここで、合焦度 F と虹彩径 R との関係をかならずしも関数近似する必要はないが、複数の目画像から得られる合焦度 F と虹彩径 R のデータが離散的であるので、連続関数で近似しておくことで計算が容易であり、くわえて、データの補間ができるのでより正確に合焦閾値 F_{th} 、虹彩径の許容範囲 R_s 、 R_i の設定が可能となる利点がある。

このようにして設定した虹彩径の許容範囲および合焦閾値を用いると、第1の合焦判定部と第2の合焦判定部の判定結果がほぼ等しくなるという利点がある。

- 本発明によれば、小型、軽量かつ安価な固定焦点レンズを用いて、使用者の目の形状にかかわらず安定した合焦判定を行うことができ、携帯端末装置への搭載が可能な目画像撮像装置を提供することが可能となる。

産業上の利用可能性

- 本発明の目画像撮像装置は、小型、軽量かつ安価な固定焦点レンズを用いて、使用者の目の形状にかかわらず安定した合焦判定を行うことができ、携帯端末装置への搭載が可能な目画像撮像装置を提供することが可能となり、目画像撮像装置、特に携帯端末装置に搭載可能な目画像撮像装置等として有用である。

請 求 の 範 囲

1. 使用者の目画像を撮像する撮像部と、
前記撮像部で撮像された目画像から合焦度を算出する合焦度算出部と、
- 5 正規の使用者に特有の合焦閾値を設定する閾値設定部と、
前記合焦度と前記合焦閾値とを比較して合焦の判定を行う合焦判定部とを備え、
前記閾値設定部は前記正規の使用者の目画像にもとづいて前記合焦閾値を設定することを特徴とする目画像撮像装置。
2. 前記合焦度算出部は前記撮像部で撮像された目画像に含まれる高周波成分
10 の大きさを前記合焦度として算出し、
前記閾値設定部は、前記正規の使用者に対して撮像距離の異なる複数の目画像それぞれから算出した複数の合焦度の中から最大値を選択し、前記最大値にもとづいて前記合焦閾値を設定することを特徴とする請求項 1 に記載の目画像撮像装置。
3. 前記閾値設定部は、前記正規の使用者に対して合焦距離で撮像した目画像
15 から算出した合焦度にもとづいて前記合焦閾値を設定することを特徴とする請求項 1 に記載の目画像撮像装置。
4. 使用者の目画像を撮像する撮像部と、
前記目画像における虹彩径を算出する虹彩径算出部と、
正規の使用者に特有の基準虹彩径を設定する基準径設定部と、
- 20 前記虹彩径と前記基準虹彩径とを比較して合焦の判定を行う合焦判定部とを備え、
前記基準径設定部は前記正規の使用者の目画像にもとづいて前記基準虹彩径を設定することを特徴とする目画像撮像装置。
5. 前記基準径設定部は、前記正規の使用者に対して合焦距離で撮像した目画像から算出した虹彩径の値を前記基準虹彩径として設定することを特徴とする請求
25 項 4 に記載の目画像撮像装置。
6. 使用者の目画像を撮像する撮像部と、
前記撮像部で撮像された目画像から合焦度を算出する合焦度算出部と、
正規の使用者に特有の合焦閾値を設定する閾値設定部と、
前記合焦度と前記合焦閾値とを比較して合焦の判定を行う第 1 の合焦判定部と、

前記目画像における虹彩径を算出する虹彩径算出部と、
前記正規の使用者に特有の基準虹彩径を設定する基準径設定部と、
前記虹彩径と前記基準虹彩径とを比較して合焦の判定を行う第2の合焦判定部と
を備え、

- 5 前記第1の合焦判定部で合焦の判定が得られなかった場合に前記第2の合焦判定部で合焦判定を行うことを特徴とする目画像撮像装置。

7. 前記基準径設定部は、前記正規の使用者に対して、撮像距離の異なる複数の目画像のうち合焦度が最大となる目画像における虹彩径を前記基準虹彩径として設定することを特徴とする請求項6に記載の目画像撮像装置。

- 10 8. 前記基準径設定部は、前記正規の使用者に対して、撮像距離の異なる複数の目画像それぞれから算出した複数の虹彩径の中から、合焦度が等しくかつ虹彩径の比が所定の値に等しい2つの虹彩径の値を2つの基準虹彩径として設定し、前記閾値設定部は、このときの前記合焦度を前記合焦閾値として設定することを特徴とする請求項6に記載の目画像撮像装置。

要 約 書

- 5 使用者の目を目画像として撮像する撮像部（１２０）と、目画像から高周波成分の大きさを算出する合焦度算出部（１３０）と、正規の使用者に対して特有の合焦閾値を設定する閾値設定部（１５０）と、高周波成分の大きさと合焦閾値とを比較して合焦の判定を行う合焦判定部（１４０）とを備え、正規の所有者に対して最適な合焦閾値を設定する。

FIG. 1

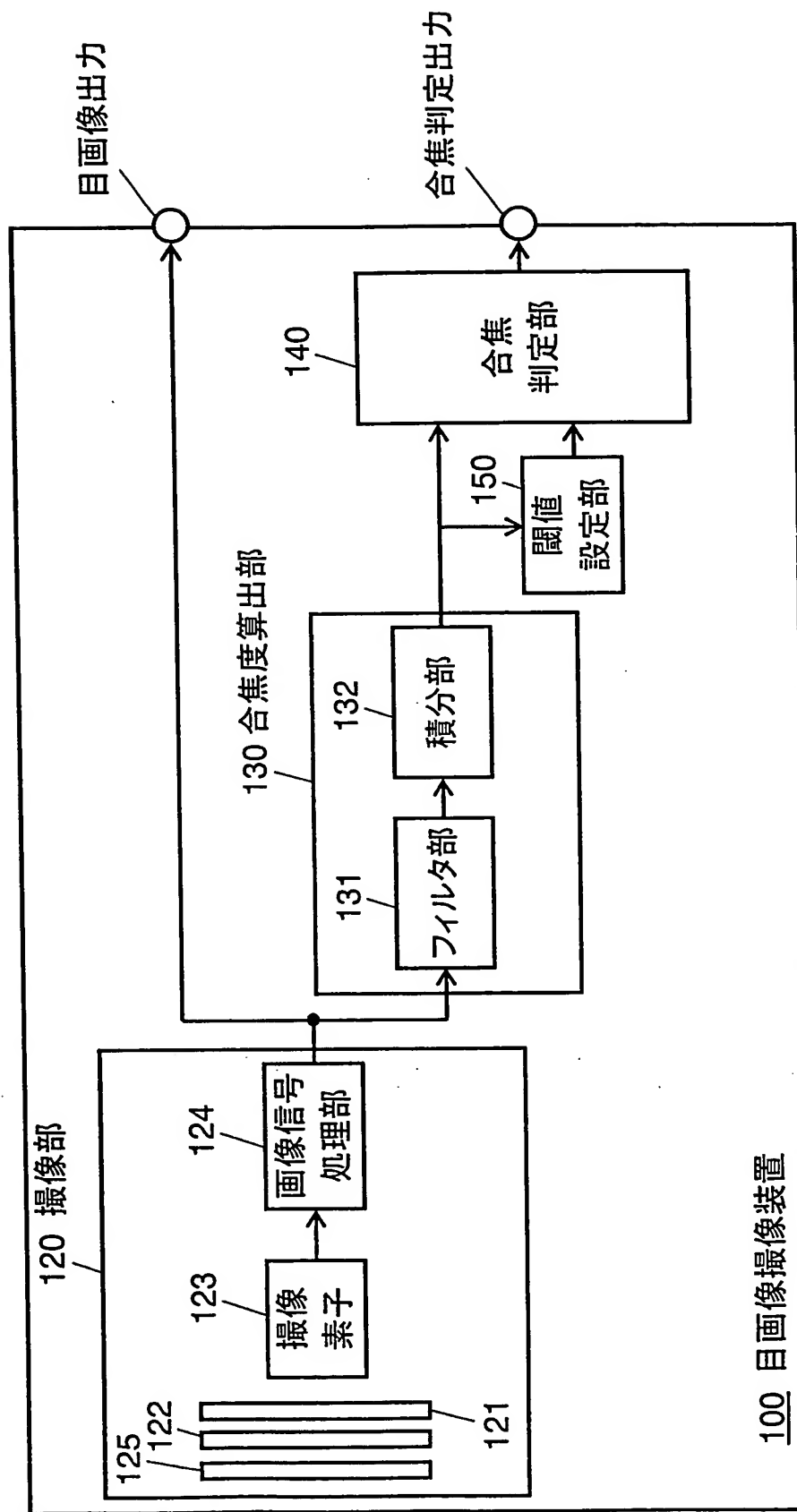


FIG. 2

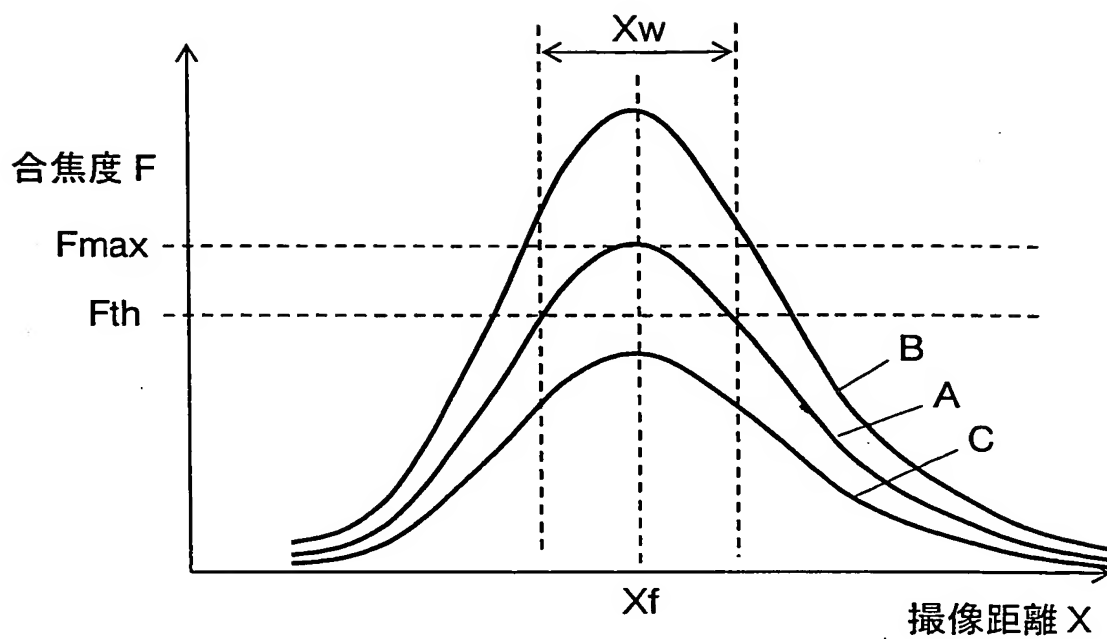


FIG. 3

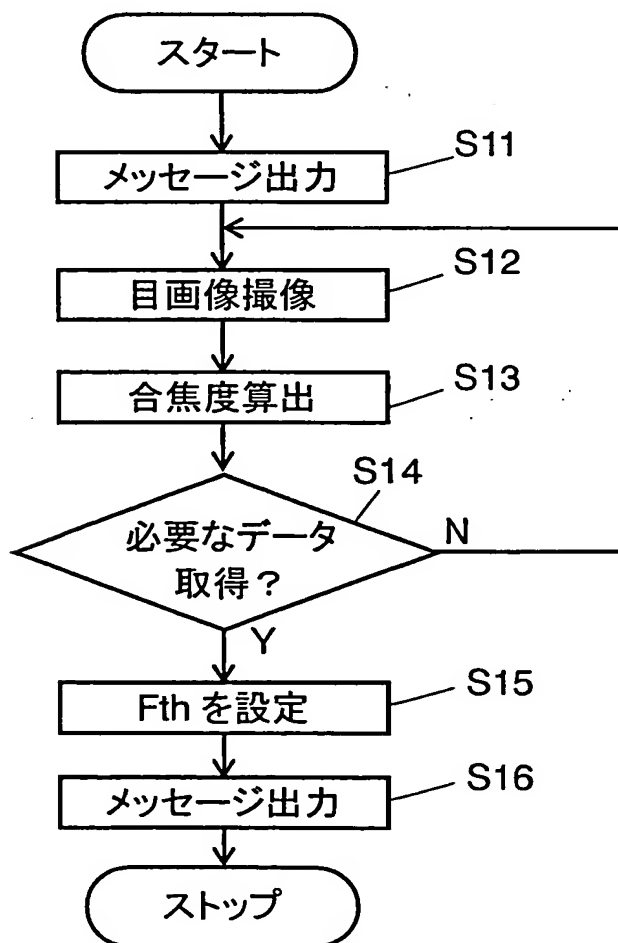


FIG. 4

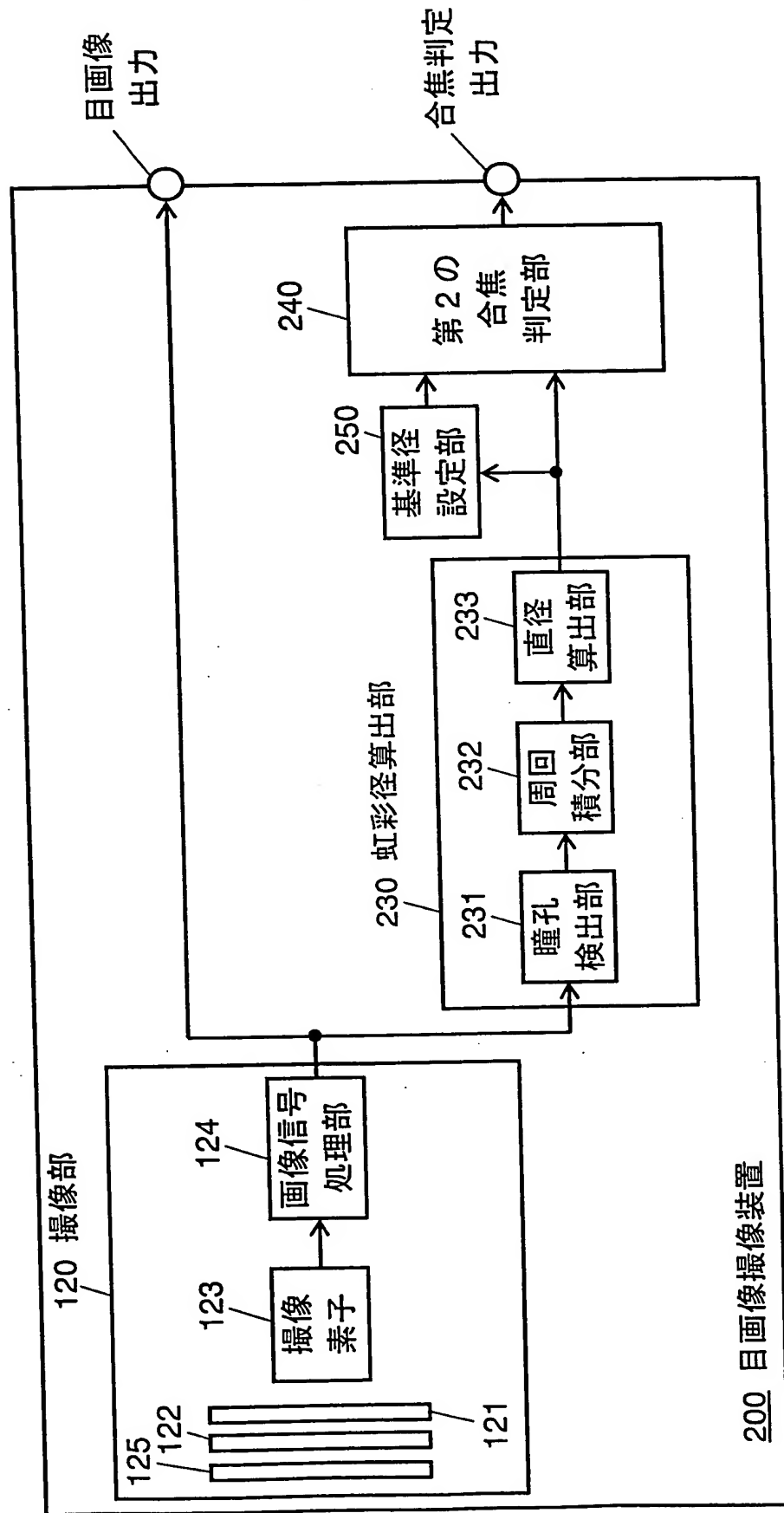


FIG. 5

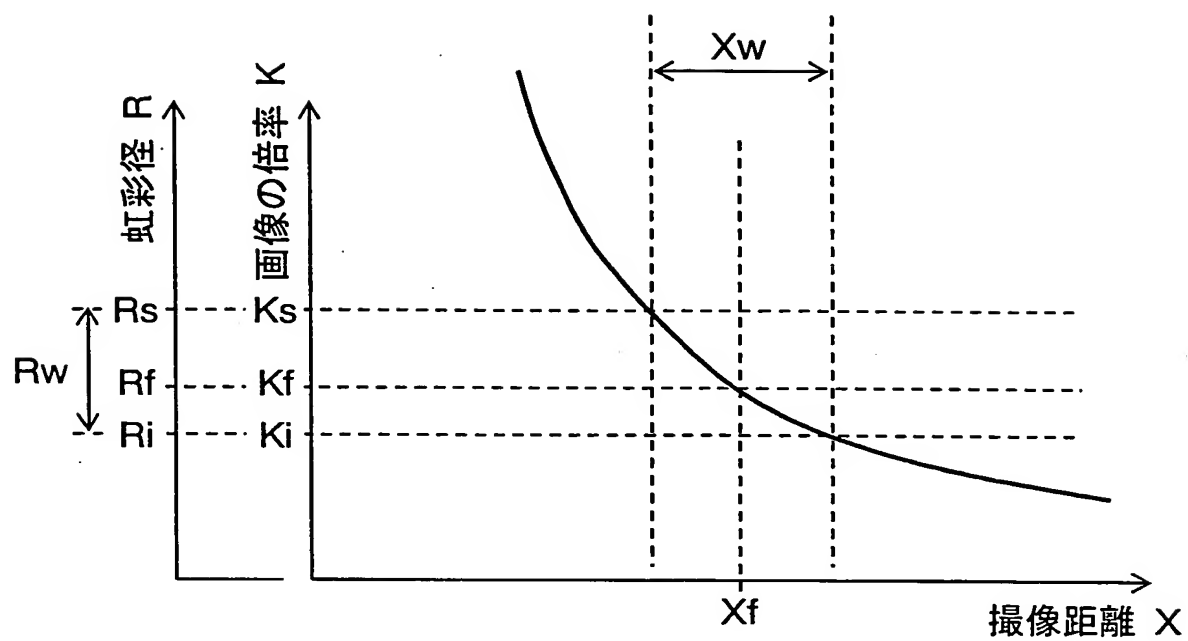


FIG. 6

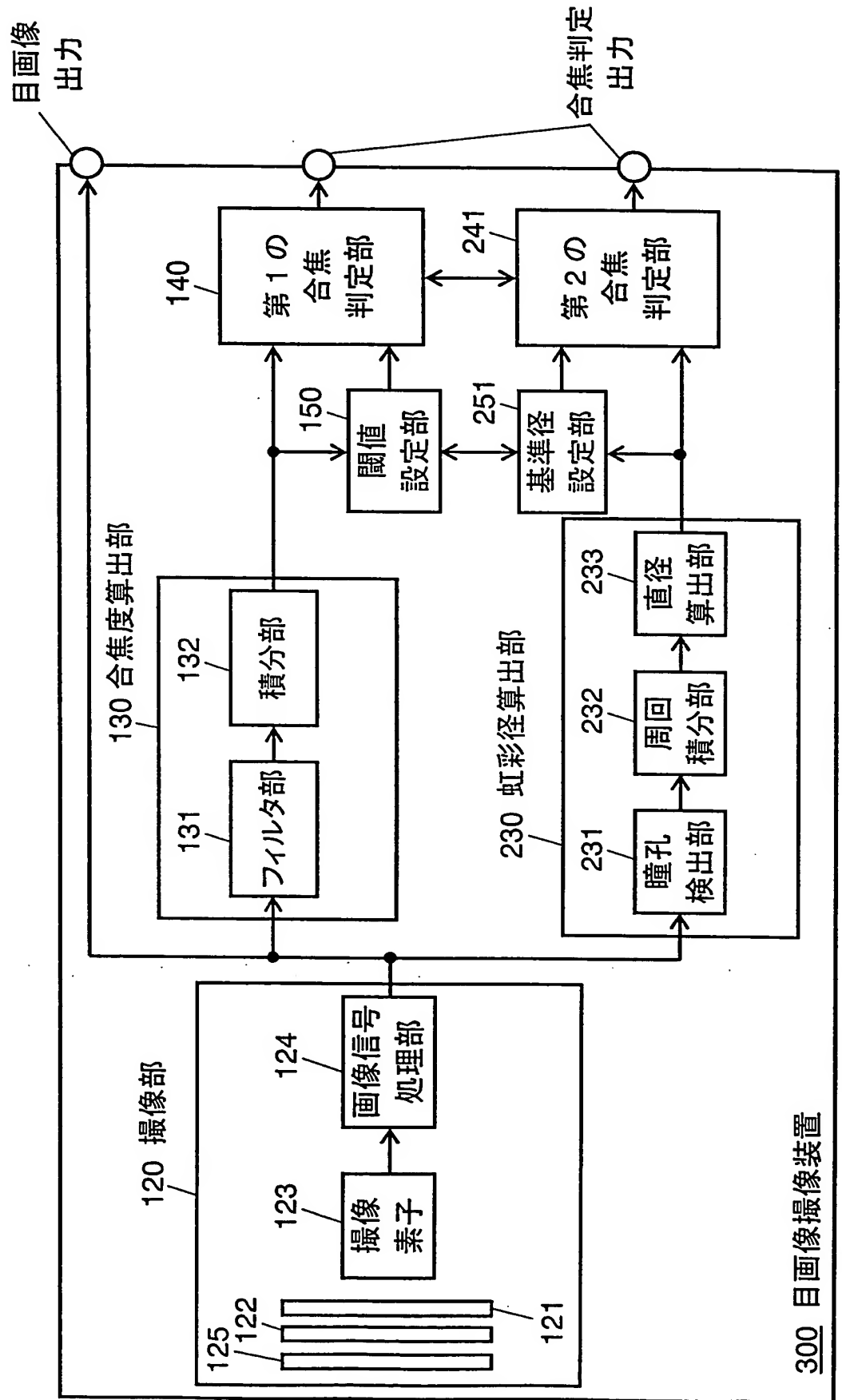


FIG. 7

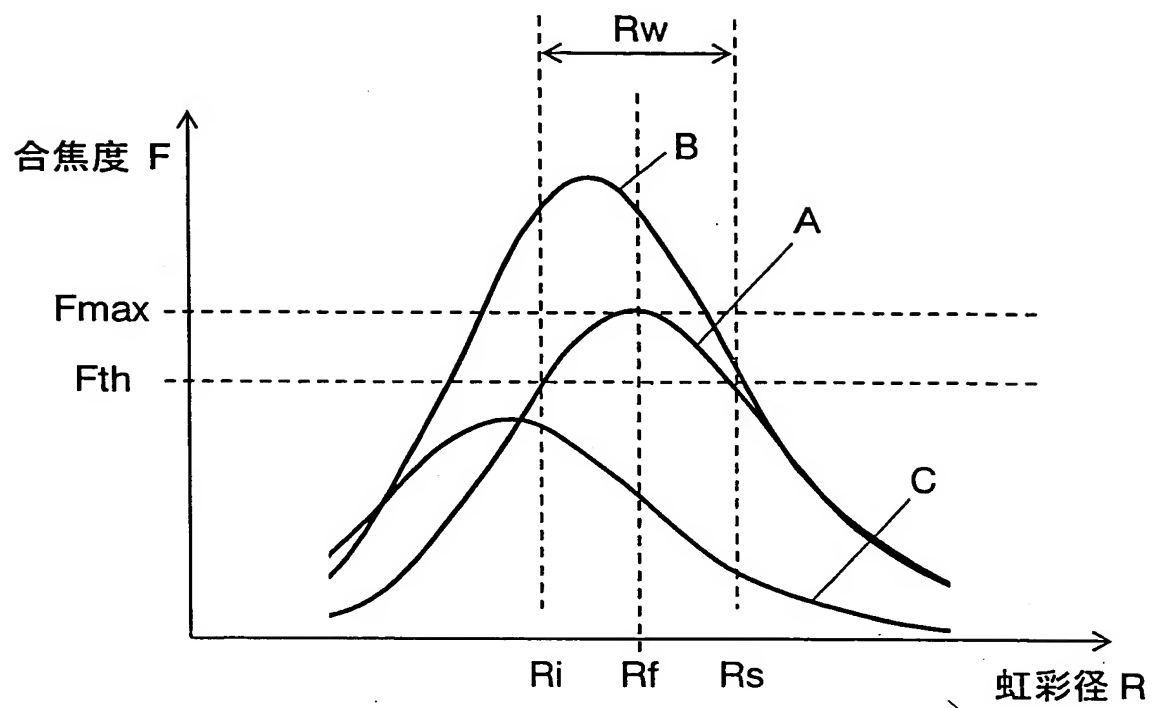
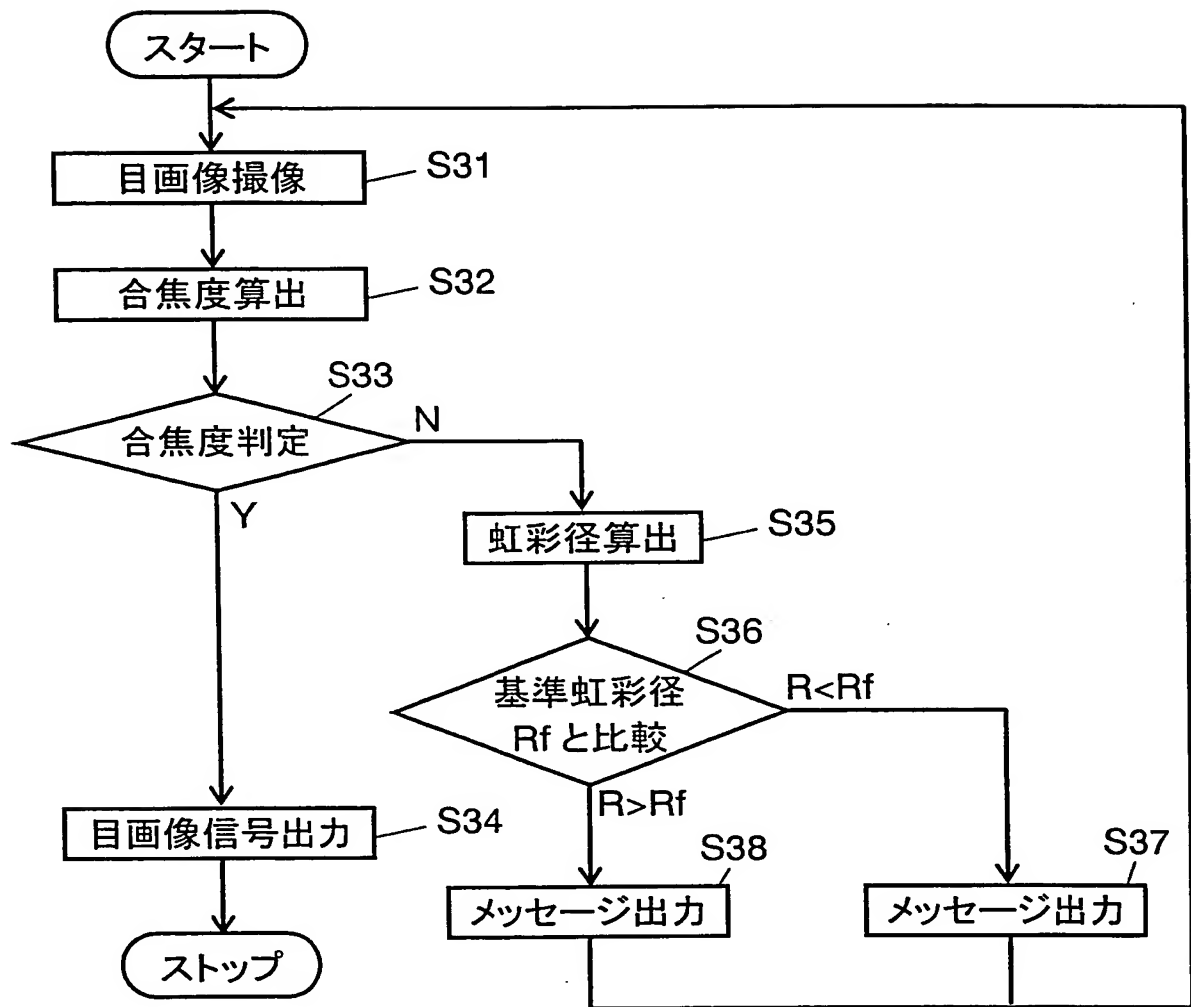


FIG. 8



図面の参照符号の一覧表

| | |
|---------------|------------|
| 100, 200, 300 | 目画像撮像装置 |
| 120 | 撮像部 |
| 121 | レンズ |
| 122 | 可視光カットフィルタ |
| 123 | 撮像素子 |
| 124 | 画像信号処理部 |
| 125 | 誘導ミラー |
| 130 | 合焦度算出部 |
| 131 | フィルタ部 |
| 132 | 積分部 |
| 140 | (第1の)合焦判定部 |
| 150 | 閾値設定部 |
| 230 | 虹彩径算出部 |
| 231 | 瞳孔検出部 |
| 232 | 周回積分部 |
| 233 | 直径算出部 |
| 240, 241 | (第2の)合焦判定部 |
| 250, 251 | 基準径設定部 |

THIS PAGE BLANK (USPTO)